



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

RAPORTEJA
RAPPORTER
REPORTS
2017:3

TYÖMATKATAPATURMIEN VÄHENTÄMINEN KELIVAROITUSMALLIA KEHITTÄMÄLLÄ

**MARJO HIPPI
SARI HARTONEN
MIKKO HIRVONEN**





ILMATIETEEN LAITOS

Työmatkatapaturmien vähentäminen kelivaroitusmallia kehittämällä

Marjo Hippi, Sari Hartonen

Ilmatieteen laitos

Mikko Hirvonen

Työterveyslaitos

Ilmatieteen laitos

Helsinki 2017



Ilmatieteen laitos

Meteorologiska institutet

Finnish Meteorological Institute

PL 503

00101 Helsinki

www.fmi.fi

© 2017 Ilmatieteen laitos ja kirjoittajat



Työsuojelurahasto

Arbetskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

Työsuojelurahasto rahoitti projektia, projektinumero 113066.

ISBN 978-952-336-014-3 (paperi)

ISBN 978-952-336-015-0 (PDF)

ISSN: 0782-6079

Raportteja 2017:3

Erweko, Helsinki, 2017



Julkaisija Ilmatieteen laitos,
(Erik Palménin aukio 1)
PL 503
00101 Helsinki

Julkaisun sarja, numero ja raporttikoodi
Raportteja 2017:3
Julkaisuaika 2017

Tekijät Marjo Hippi, Sari Hartonen, Mikko Hirvonen

Nimike Työmatkatapaturmien vähentäminen kelivaroitumallia kehittämällä

Tiivistelmä

Työmatkatapaturmia tapahtuu kävellessä talvisin huomattavasti enemmän kuin kesäisin, ja yksittäiset liukkaimmat päivät näkyvät selvinä piikkeinä kuvaajissa, joissa on esitetty päivittäiset liukastumisten kokonaismäärät. Liukastumisonnettomuudet aiheuttavat vuosittain merkittävät taloudelliset kustannukset sairaanhoidon ja sairauspoissaolojen takia. Projektin tavoitteena oli vähentää talvisin ulkona tapahtuvia liukastumisonnettomuuksia informoimalla työnsä puolesta ulkona liikkuvia tulevasta liukkaasta kelistä, jolloin he voisivat varautua liukkauteen esimerkiksi pitävillä kengillä, liukuesteillä tai varaamalla enemmän aikaa matkaan. Kun kerrotaan liukastumistapaturmista ja niiden ehkäisystä, se saa työyhteisön toivottavasti suhtautumaan liukastumistapaturmien riskeihin entistä vakavammin.

Projektissa olivat mukana Ilmatieteen laitos, Työterveyslaitos (TTL) ja Posti (entiseltä nimeltään Itella). Vaisialta ostettiin kaksi DSC111-mittaria projektin käyttöön ja niillä tutkittiin, kuinka hyvin laite määrittää kevyenliikenteen väylien liukkaita. Ilmatieteen laitos kehitti kelivaroitumallia ja liukastumisvaroituksia loppukäyttäjille. Työterveyslaitos teki liukkaustutkimuksia kehittämällään liukkausmittarilla. Postin työntekijöitä toimi liukkausvaroituspäivien testikäyttäjinä, ja he tekivät myös omia havaintoja liukkaista paikoista ja päivistä.

Projekti kesti vuodesta 2013 vuoteen 2016 kattaen kolme täyttä talvijaksoa. Tavoitteena oli päästä testaamaan Ilmatieteen laitoksen kelivaroitumallia ja varoituspäivien useamman talvikauden aikana erilaisten talvikelien vallitessa.

Julkaisijayksikkö: Meteorologinen tutkimus

Luokitus (UDK)
331.4, 551.5, 531.43, 531.44,
614.8, 614.821, 614.864, 656.142

Asiasanat
Liukkaus, liukkauden mittaaminen, liukastuminen,
turvallisuus, kitka, jalankulkijat

ISSN ja avainnimike
0782-6079 Raportteja

ISBN
978-952-336-014-3 (paperi)
978-952-336-015-0 (pdf)

Kieli Suomi
Sivumäärä 36



TIIVISTELMÄ

Työmatkatapaturmia tapahtuu kävellessä talvisin huomattavasti enemmän kuin kesäisin, ja yksittäiset liukkaaimmat päivät näkyvät selvinä piikkeinä kuvaajissa, joissa on esitetty päivittäiset liukastumisten kokonaismäärät. Liukastumisonnettomuudet aiheuttavat vuosittain merkittävät taloudelliset kustannukset sairaanhoidon ja sairauspoissaolojen takia. Projektin tavoitteena oli vähentää talvisin ulkona tapahtuvia liukastumisonnettomuuksia informoimalla työnsä puolesta ulkona liikkuvia tulevasta liukkaasta kelistä, jolloin he voisivat varautua liukkauteen esimerkiksi pitävillä kengillä, liukuesteillä tai varaamalla enemmän aikaa matkaan. Kun kerrotaan liukastumistapaturmista ja niiden ehkäisystä, se saa työyhteisön toivottavasti suhtautumaan liukastumistapaturmien riskeihin entistä vakavammin.

Projektissa olivat mukana Ilmatieteen laitos, Työterveyslaitos (TTL) ja Posti (entiseltä nimeltään Itella). Vaisialta ostettiin kaksi DSC111-mittaria projektin käyttöön ja niillä tutkittiin, kuinka hyvin laite määrittää kevyenliikenteen väylien liukkautta. Ilmatieteen laitos kehitti kelivaroitusmallia ja liukastumisvaroituksia loppukäyttäjille. Työterveyslaitos teki liukkaus-tutkimuksia kehittämällään liukkausmittarilla. Postin työntekijöitä toimi liukkausvaroituspäalvelun testikäyttäjinä, ja he tekivät myös omia havaintoja liukkaista paikoista ja päivistä.

Projekti kesti vuodesta 2013 vuoteen 2016 kattaen kolme täyttä talvijaksoa. Tavoitteena oli päästä testaamaan Ilmatieteen laitoksen kelivaroitusmallia ja varoituspäalvelua useamman talvikauden aikana erilaisten talvikeliä vallitessa.



ABSTRACT

When walking, slipping injuries are more frequent during winter than summer time. The most slippery days can be clearly seen as a high peaks in the total amount of slipping injuries. Slipping injuries cause big economic losses due to medical treatment and sick leave. The aim of this project was to reduce the number of slipping injuries by warning people working or walking outside during work days about slipperiness. Employees can prepare better for expected slipperiness by choosing shoes with good grip or anti slip devices or reserve more time for walking if possible. Another aim is to give more information about the slipping injuries and the prevention of slipping injuries for the workers and employers to get them to take the risk of slipping injuries more seriously.

Participants of this projects were Finnish Meteorological Institute (FMI), Finnish Institute of Occupational Health (FIOH) and Finnish Post (formerly known as Itella). Two slipmeter devices were bought from Vaisala. FMI's main work was to develop their pedestrian pavement condition model and warning service to end users. FIOH observed slipperiness using their own slipmeter and comparing the results for Vaisala's slipmeter. Posti was the test user of the FMI's warning service and Posti's personnel observed slipperiness when delivering mail.

The project took place during 2013–2016 covering three entire winter seasons. The aim was to test the slipperiness warning service during different winter weather conditions.



Sisällysluettelo

1	Johdanto	6
1.1	Liukkaudesta tiedottaminen	7
1.2	Katujen ja jalkakäytävien talvikunnossapito	8
2	Ilmatieteen laitoksen kelimalli ja varoituspalvelu	9
2.1	Ilmatieteen laitoksen kelimallin esittely.....	9
2.2	Ilmatieteen laitoksen varoituspalvelu	12
2.3	Ilmatieteen laitoksen liukkausvaroituspalvelu	13
3	Liukkauden havainnointi ja liukastumistilastot	14
3.1	Vaisala DSC111 mittalaite	14
3.2	Työmatkatapaturmatilastot	16
3.3	Postin TaTu-tietokanta	19
3.4	Sairaankuljetusdata	23
3.5	Kansalaishavainnot	23
4	Työterveyslaitoksen tekemät mittaukset ja liukkauden havainnointi	25
4.1	TTL:n mittaustulokset	27
4.2	Yhteenvedo ja johtopäätökset TTL:n mittauksista	30
5	Tulokset	31
6	Johtopäätökset	33
	Kiitokset.....	34
	Kirjallisuusviitteet	35



1 JOHDANTO

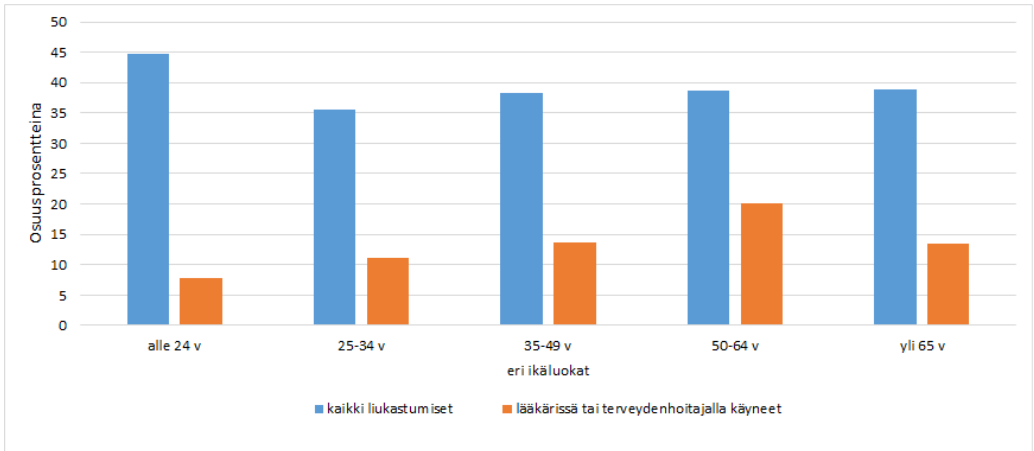
Suomessa on pohjoisen sijaintinsa vuoksi pitkä talvikausi, jolloin maassa on lunta ja jäätä ja tämän takia myös liukkaita kelejä. Liukastumisista koituu vuosittain suuret taloudelliset kustannukset. Kokonaiskustannusten on laskettu olevan 420 miljoonaa euroa (sisältää sairaalakulut, työpäivien menetykset ja muut suorat kulut). VTT:n tutkimuksen mukaan kokonaiskustannukset nousevat jopa 2,4 miljardiin euroon, jos huomioidaan sairaalakulujen lisäksi hyvinvoinnin menetyksestä aiheutuvat kustannukset (Hautala ja Leviäkangas, 2007). Liukastumisten vuoksi työntekijöitä joutuu eripituisiksi ajoiksi sairauslomalle, jonka keskeiseen vaikuttaa vammojen vakavuus.

Liikenneturvan tutkimuksen mukaan neljä kymmenestä suomalaisesta kaatuu vuosittain ja joka toinen loukkaa tai satuttaa itseään kaatuessaan (Rantala ja Pöysti, 2015). Eri arvioiden mukaan 50 000–100 000 ihmistä joutuu käymään vuosittain lääkärissä liukastumisvammojen vuoksi. Kaatumista aiheutuu vuosittain noin 5000 vuodepotilasta, jotka viettävät sairaalassa yhteensä noin 30 000 vuorokautta.

Kaatumisia sattuu kaikenikäisille, mutta vanhemmat saavat helpommin vakavia vammoja kuin nuoremmat. Lonkkamurtumat ovat yleisempiä vanhuksilla (yli 80-vuotiailla). Heille kaatuminen aiheuttaa pahimmillaan terveyden romahtamisen. Arviolta joka 10. lonkkansa murtanut vanhus menehtyy seuraavan vuoden aikana. Liikenneturvan kyselytutkimuksen vastaajat liukastuivat tyypillisesti tutuissa paikoissa kuten katu- tai tiealueilla, pihilla, puistoissa ja ulkoilureiteillä. Kaksi kolmasosaa oli liukastunut vapaa-ajalla ja yksi kolmasosa työmatkalla.



Eniten liukastuvat nuoret, mutta lääkärin tai terveydenhoitajan vastaanotolla joutuvat käymään yleisimmin 50–64 vuotiaat (kuva 1). Liukastumisia pidetään usein vanhusten ongelmana, mutta suurin riski on työikäisillä, jotka joutuvat kulkemaan säällä kuin säällä ja heillä on useammin kiire.



Kuva 1: Liikenneturvan tutkimuksen mukaan talvella ulkona liukastuneiden ja lääkärissä tai terveydenhoitajalla käyneiden osuus (Liikenneturva, 2015).

Tapaturmavakuutuskeskuksen (TVK) tilastojen mukaan kaatumisia, liukastumisia ja kompastumisia tapahtuu talvikuukausina moninkertainen määrä kesäkuukausiin verrattuna (tarkemmin kappaleessa 3.2). Tammi – maaliskuussa tapahtuu keskimäärin lähes puolet koko vuoden liukastumistapaturmista.

Suomessa on tutkittu myös liukkaasonnettomuusriskiä ulkomaalaisten turistien keskuudessa (Lépy, 2016).

1.1 Liukkaudesta tiedottaminen

Ilmatieteen laitos tuottaa viranomaispalveluina varoituksia kansalaisille vaarallisista tai haitallisista ilmiöistä tai säätilanteista. Erittäin liukkaat jalkakäytävät ovat yksi talvikauden varoitettavista ilmiöistä. Varoitus perustuu päivystävän meteorologin arvioon vallitsevasta ja lähivuorokauden ennustetusta liukkaudesta. Jalankulkuvaroitukset ovat saatavana myös maksullisena palveluna, jota kunnat ja työnantajat voivat tilata. Palvelu on saatavissa mm.



tekstiviestinä tai ekstranet-palveluna. Lisätietoa löytyy Ilmatieteen laitoksen nettisivuilta osoitteesta <http://ilmatieteenlaitos.fi/palvelut-ja-tuotteet>.

Ilmatieteen laitoksen lisäksi YIT:n palvelukeskus PANU tuottaa liukkausvaroituksia senhetkisestä liukkaudesta kansalaisille.

Suomen lisäksi jalankulkijoiden liukastumisiin ja turvallisuuteen on kiinnitetty huomioita myös useissa muissa maissa, missä lunta ja jäätä esiintyy. Ainakin Ruotsissa, Kanadassa ja Japanissa on tehty aiheeseen liittyvää tutkimusta (Gard ja Lundborg, 2000) (Shintani et. al., 2002 ja 2003) (Sylvestre, 2016). Winnipegissä, Kanadassa, oli vuosina 2012–2013 SureFoot-niminen liukkauden varoituspalvelu, jossa neliportainen liukkausindeksi oli kaupungin Internet-sivuilla (Sylvestre, 2016). Suuren negatiivisen palautteen takia palvelu lakkautettiin jo vuonna 2013. Palvelua pidettiin kansalaisten keskuudessa turhana ja rahan tuhlausena.

1.2 Katujen ja jalkakäytävien talvikunnossapito

Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta (Kunnossapitolaki, 1978) jakaa vastuun katujen talvikunnossapidosta kaupungin ja yksityisten kiinteistöjen kesken. Kunnossapidosta vastaavat kuntien lisäksi kiinteistöt ja Liikennevirasto yleisten teiden osalta. Kunnossapidon toimintamallit vaihtelevat paljon, sillä työt on usein ulkoistettu urakoitsijoille (Hautala ja Leviäkangas, 2007).

Eri kaupungit ovat laajentaneet omaa vastuualueuttaan. Esimerkiksi Helsingissä on kaupunki ottanut suuren osan kaupungin katualueesta kokonaisvastuulleen (Helsingin kaupunki, talvikunnossapito). Kaupunki huolehtii tällöin sekä ajoratojen että jalkakäytävien talvihoidosta. Kiinteistöille jää vielä heidän omat piha-alueensa huollettavaksi. Helsingissä kantakaupungista on valtaosa vielä vanhan jaon mukaista, jossa kaupunki huolehtii mm. ajoradoista ja erotettujen tai yhdistettyjen pyörätie-jalkakäytävien hoidosta. Kiinteistölle kuuluu mm. jalkakäytävien auraus ja hiekoitus sekä bussi- tai raitiovaunupysäkin talvihoito, jos pysäkki on jalkakäytävällä kiinteistön kohdalla. Kadun keskellä olevista pysäkeistä huolehtii HKL.

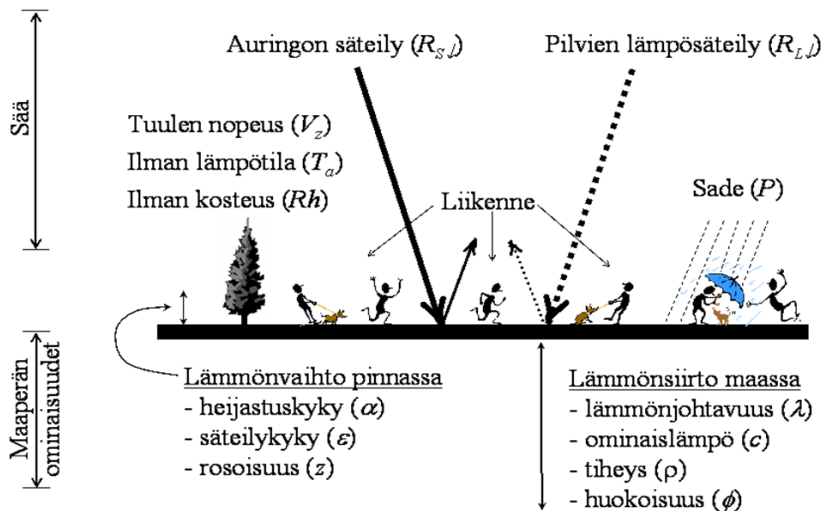
Säädökset ovat monimutkaiset, joten alueita voi jäädä hoitamatta ja erityisesti hoitovastuiden raja-alueilla on helposti ongelmia esim. liukkauden torjunnassa. Jalankulkualueet, joita pidetään sulana, voivat runsaan lumisateen yhteydessä ollakin yllättävän liukkaita. Myös erilaiset katumateriaalit ja niiden pidon vaihtelu eri talvisäissä tuottavat yllätyksiä jalankulkijalle.



2 ILMATIETEEN LAITOKSEN KELIMALLI JA VAROITUSPALVELU

2.1 Ilmatieteen laitoksen kelimallin esittely

Ilmatieteen laitos on kehittänyt tiesäämallin, joka kuvaa mitä tienpinnalla tapahtuu eri säätilanteissa (Kangas et. al., 2015). Tiesäämallin pohjalta on jatkokehitetty malliversio, joka kuvaa jalkakäytävien liukkausoja. Ruuhela et. al. on esitellyt tarkemmin mallin toimintaperiaatetta (Ruuhela et. al., 2005). Malli hyödyntää laskelmissaan tietoa menneestä säästä (havaintoja) ja tulevasta (ennusteita). Käytössä olevia suureita ovat ilman lämpötila, kastepiste, kosteusprosentti, tuulen voimakkuus, pilvisuus sekä sateen voimakkuus ja olomuoto (vesisade, lumisade, räntäsade, jäätävä sade). Malli laskee liukkaussennusteita koko Suomen alueelle seuraavaksi 48 tunniksi. Mallissa huomioitavat seikat on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2: Ilmatieteen laitoksen jalankulkumallissa huomioitavat asiat.

Jalankulkijoiden liukkausmallissa liukkaus jaotellaan viiteen eri luokkaan:

1. Normaali
2. Liukas
3. Tamppaantumisliukkaus
4. Vettä jään päällä
5. Lunta jään päällä



"Normaali" kuvaa tilannetta, jolloin liukkautta ei esiinny. Luokka "liukas" kuvaa tilannetta, jolloin jalkakäytävillä vallitsee talviset olosuhteet, mutta jalankulkukeli on suhteellisen pitävä.

"Tamppaantumisliukkaus" muodostuu lumisateen aikana, kun lämpötila on nollan lähellä tai muutaman asteen pakkasen puolella. Uusi lumi on usein pitävä, mikäli lumen alla ei ole jäätä. Kävelijät saavat lumen kuitenkin pakkaantumaan ajan myötä joskus hyvinkin liukkaaksi kerrokseksi, etenkin jos lämpötila on otollinen. Joskus lumi tamppaantuu myös aurattaessa, kun lumi poistetaan sileällä auralla. Aura-auton jälkeen lumen pinta on lähes jään kaltainen liukas, kova kerros.

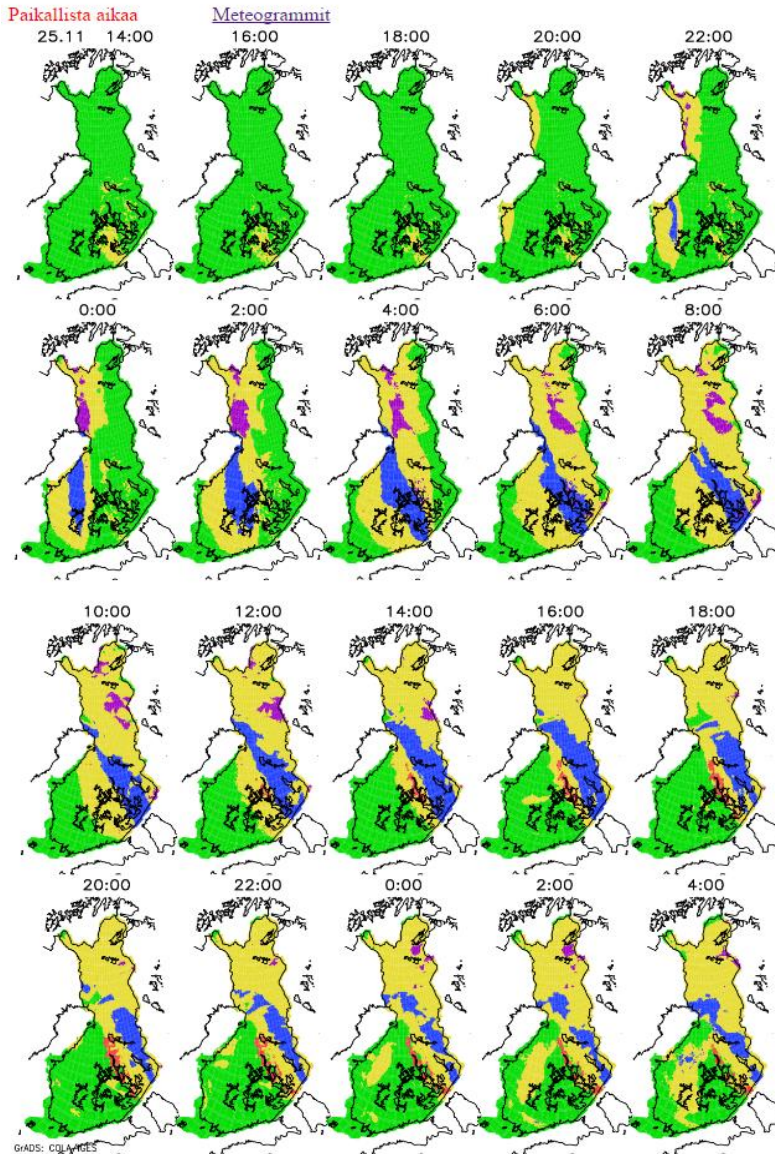
Jään päällä oleva vesi tai lumi saavat aikaan jalankulkijoiden näkökulmasta kaikkein liukkaimmat tilanteet. Tien pinnalla oleva sileä jää on monesti jo itsestään liukas, mutta mikäli jään päälle sataa vettä tai jään pinta sulaa lämpötilan vaikutuksesta, niin keli muuttuu varsinaiseksi pääkallokeliksi. Vastaavanlainen hyvin liukas keli voi muodostua sulamisvesien vaikutuksesta etenkin kevättalvella. Jään päälle satava kevyt pakkaslumikerros voi olla pahimmillaan todella liukas, kun lumi ei tartu jäähän kiinni. Tällöin kävelijä ei välttämättä huomaa lumen alla olevaa jääkerrosta eikä osaa varautua liukkauteen.

Kuvassa 3 on esimerkki jalankulkijoiden kelimallissa lasketuista kartoista, joissa liukkausluokat on esitetty väreillä ja jokainen kartta kuvaa eri ennusteaikaa. Luokat 4 ja 5 (vettä jään päällä ja lunta jään päällä) ovat yleisesti ne luokat, joista pyritään varoittamaan. Tarvittaessa varoitetaan myös tamppaantumisliukkaudesta.



Jalankulkumallin liukkausindeksi

- Normaali
- Liukas
- Tamppautuminen
- Erittäin liukas 1 (vettä jäällä)
- Erittäin liukas 2 (kuivaa lunta jäällä)

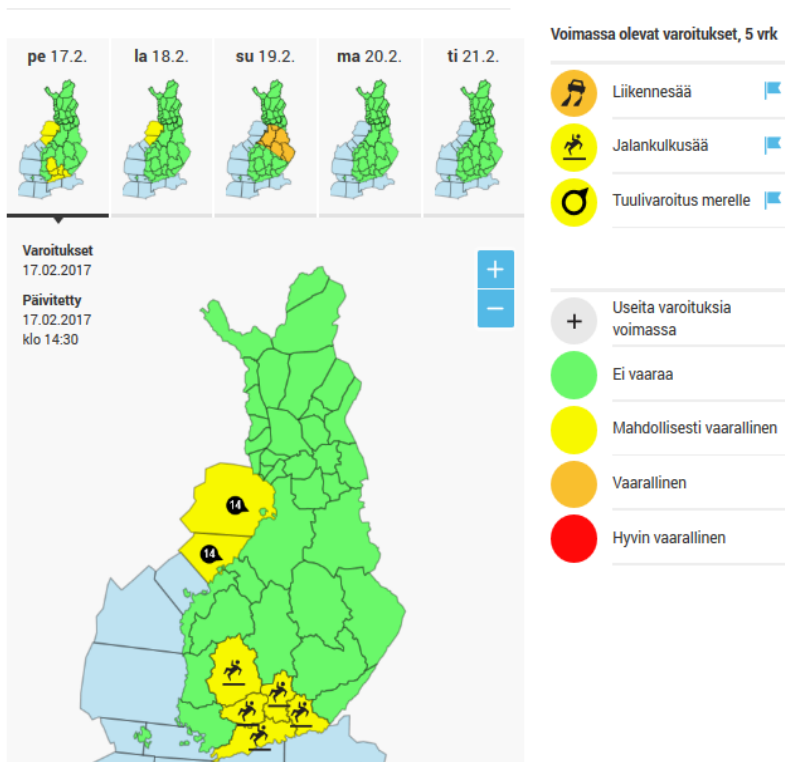


Kuva 3: Esimerkki Ilmatieteen laitoksen jalankulkijoiden kelimallin visualisoinnista. Eri värit kuvaavat eri liukkausluokkaa ja eri kartat kuvaavat eri ennusteaikaa.



2.2 Ilmatieteen laitoksen varoituspalvelu

Ilmatieteen laitos antaa viranomaistoimintana varoituksia useista erilaisista asioista kuten voimakkaista tuulista, runsaista sateista ja metsäpaloista (kuva 4). Varoituksia annetaan myös erittäin liukkaasta jalankulkusäästä. Ensimmäiset liukasta jalankulkukeliä koskevat kaupunkikohtaiset testivaroitukset annettiin vuosituhannen vaihteessa. Koko maahan virallisena palveluna on varoituksia annettu vuodesta 2004 lähtien. Aluksi varoituksissa käytettiin maakuntajakoa, mutta vuodesta 2014 lähtien tuli mahdolliseksi käyttää myös ns. vapaata aluerajausta, ja se on myös jalankulkusäässä käytössä. Varoitukset annetaan suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi.



Kuva 4: Esimerkki Ilmatieteen laitoksen varoituskartasta.

Varoituksia annetaan, kun keli on erittäin liukas tai sen ennustetaan muuttuvan sellaiseksi seuraavan 24 tunnin aikana. Näitä tilanteita on tavanomaisena talvena 5–15 kertaa. Keski-



määräisenä talvena erittäin liukkaita kelejä on eniten rannikkoalueilla ja vähiten Itä-Suomen sisämaassa. Lauhoina talvina etelässä varoituksia on tavallista vähemmän, mutta pohjoisessa vastaavasti enemmän ja ne ajoittuvat koko talven ajalle.

Varoituksia antaessaan meteorologi käyttää apuna jalankulun liukkaussmallia. Lisäksi meteorologi hyödyntää sääennusteita ja sen hetkisiä säähavaintoja. Työtä hankaloittaa huomattavasti se, ettei jalankulkuväylien liukkaudesta ole samaan tapaan havaintoja kuin autoteiltä.

Ilmatieteen laitoksen jalankulkusää julkaistaan muiden varoitusten tapaan Ilmatieteen laitoksen verkkosivujen varoitussivulla: ilmatieteenlaitos.fi/varoitukset, sv.ilmatieteenlaitos.fi/varningar ja en.ilmatieteenlaitos.fi/warnings. Ilmatieteen laitoksen verkkosivut ovat hyvin suositut. Varoitussivua katsotaan vuoden aikana yli 3,1 miljoonaa kertaa. Varoitukset ovat myös mm. YLE:n käytössä.

2.3 Ilmatieteen laitoksen liukkausvaroituspalvelu

Ilmatieteen laitoksen liukkausvaroituspalvelun voi ostaa esim. kunta asukkailleen tai työnantaja työntekijöilleen. Palvelun loppukäyttäjä rekisteröityy itse lähettämällä tekstiviestin palvelunumeroon. Varoitus lähetetään tekstiviestinä, kun jalankulkusää on erittäin liukas tai muuttuu sellaiseksi seuraavan 24 tunnin aikana. Palvelussa on näin sen hetkisen tilanearvion lisäksi tieto myös lähivuorokauden tilanteesta eli ennuste. Liukkauspalvelun liukkausvaroitus päivitetään tarvittaessa useita kertoja vuorokaudessa.

Varoitus on tekstiviestin lisäksi mahdollista saada esim. ekstranet-palveluna tai näkymään työpaikan näytöille



3 LIUKKAUDEN HAVAINNOINTI JA LIUKASTUMISTILASTOT

Jalkakäytävien liukkauden mallintamista haittaa liukkaushavaintojen puute. Työterveyslaitos on kehittänyt mittalaitteen, jolla voidaan mitata jalkineen ja pinnan välistä kitkaa (Aschan et al., 2005 ja Aschan et al., 2009). TTL:n laite soveltuu hyvin yksittäisiin liukkausmittauksiin, mutta sillä on hankala tehdä jatkuvaa operatiivista mittausta, koska laite vaatii aina kaksi käyttäjää.

Projektissa testattiin Vaisalan kehittämää optista kitkamittaria (DSC111) sekä tutkittiin liukastumistilastoja eri lähteistä, kuten Työtapaturmavakuutuskeskuksen data, Helsingin pelastuslaitoksen sairaankuljetusdata, Postin tapaturmatilasto (TaTu) sekä hyödynnettiin kansalaishavaintoja. Lisäksi Työterveyslaitos teki liukkausmittauksia omalla liukkausmittarillaan. TTL:n mittaustuloksista on kerrottu tarkemmin kappaleessa 4.

3.1 Vaisala DSC111 mittalaite

Ilmatieteen laitos on testannut, kuinka Vaisalan optinen kitkamittari (Vaisala DSC111, kuva 5) toimii jalkakäytävien liukkauden arviointiin (Vaisala, 2005). Laitetta käytetään laajasti Suomen päätieverkostolla, jossa niitä on tällä hetkellä noin 150. Laite mittaa optisesti tienpinnalla olevan veden, lumen ja jään paksuuden ja määrittää myös tienpinnan vallitsevan kitka-arvon. Kitka on kerroin välillä 0–1. Mitä pienempi kitkakerroin, sitä heikompi on pito. Laitteesta on hyviä kokemuksia päätieverkostolta, jossa lunta ja jäätä on yleensä vain pieniä määriä, ja laite reagoi nopeasti pieniinkin veden, lumen ja jään paksuuden muutoksiin.

Jalkakäytävillä lunta tai jäätä voi olla runsaslumisina talvina jopa useampi senttimetri, joten tällöin laite näkee lumen ja jään paksuudesta vain ylimmän pintakerroksen. Vaisala DSC111 -laitteen kitkan määrittäminen perustuu pitkälti tiellä olevan vesi-, lumi- ja jäämäärän paksuuteen. Pienillä paksuuksilla laite toimii hyvin ja antaa luotettavia arvoja, mutta suuremmilla veden, lumen ja jään määrillä tulosten luotettavuus heikkenee.

Joissain tilanteissa jään tai etenkin lumen pinta on suhteellisen pitävä jalankulkijoiden näkökulmasta. Laitteen määrittämä kitka perustuu kuitenkin pitkälti lumi- ja jäämäärän paksuuteen, joten kitka on yleensä hyvin alhainen, kun jalkakäytävällä on selvästi lunta ja/tai jäätä. Laite ei siis havaitse jään tai lumen pinnan tekstuuria, vaikka sillä on merkittävä vaikutus pitoon.



Kuva 5: Vaisala DSC111 mittalaite.

Projektin aikana Vaisalan DSC111-laitteen toimivuutta testattiin jalkakäytävien liukkauden määrittämisessä. Käytössä oli 4 mittaria, jotka sijaitsivat projektin aikana seuraavissa paikoissa (kuva 6):

- Ilmatieteen laitoksen toimipiste, Kumpula
- Työterveyslaitoksen toimipiste, Töölö
- Rautatientori, Keskusta
- Postin toimipiste, Käpylä
- Postin logistiikkakeskus, Vantaa
- Helsingin yliopisto, Kumpula

Työterveyslaitoksen mittauspaikka oli suljettu alue, jossa havainnontekijät tekivät vertailumittauksia liukkausmittarillansa, muut mittauspaikat olivat yleisen talvikunnossapidon piirissä.



Kuva 6: Vaisala DSC111-laitteet mittaamassa jalkakäytävien liukkauksia. Ei kuvaa Postin logistiikkakeskukselta Vantaalta.

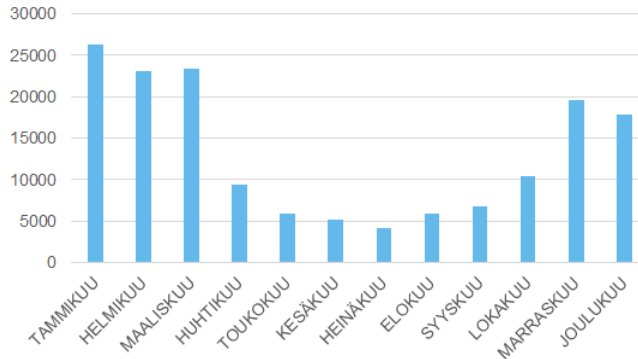
3.2 Työmatkatapaturmatilastot

Tapaturmavakuutuskeskus (TVK) rekisteröi palkansaajille työmatkan aikana tapahtuneet työmatkatapaturmat. Rekisteri pitää sisällään tapaturmat, jotka ovat sattuneet työntekijälle työmatkan tai työpäivän aikana. Liukastumisia sattuu läpi vuoden, mutta talvikuukaudet marraskuusta maaliskuuhun erottuvat aineistosta selvästi suurempina liukastumisten kokonaismäärinä verrattuna kesäkuukausiin (kuva 7). Myös vuosien välillä on vaihtelua, kuten kuvasta 8 näkyy. Talvikauden säällä ja kelillä on suuri merkitys vuosien väliseen liukastumisten kokonaismääriin.

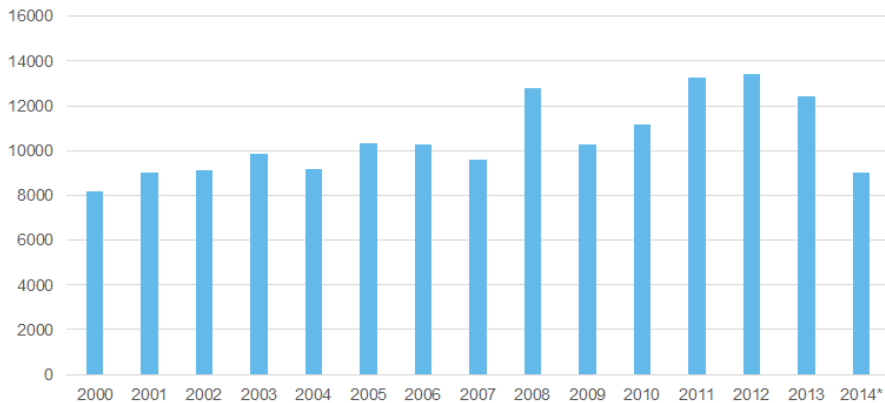
TVK:n mukaan merkittävä osa työmatkatapaturmista tapahtuu jalankulkijoille. Vuoden 2014 vakuutuskorvaustietojen mukaan palkansaajille korvatuista työmatkatapaturmista



sattui 51,3 % jalankulkijoille, 25,8 % polkupyöräilijöille ja 17,6 % henkilöautolla liikkuville (TVK, 2015).



Kuva 7: Työmatkatapaturmien (kävely) lukumäärät eri kuukausina koko maassa vuosina 2000–2014 (* vuoden 2014 tieto ei lopullinen) (TVK).

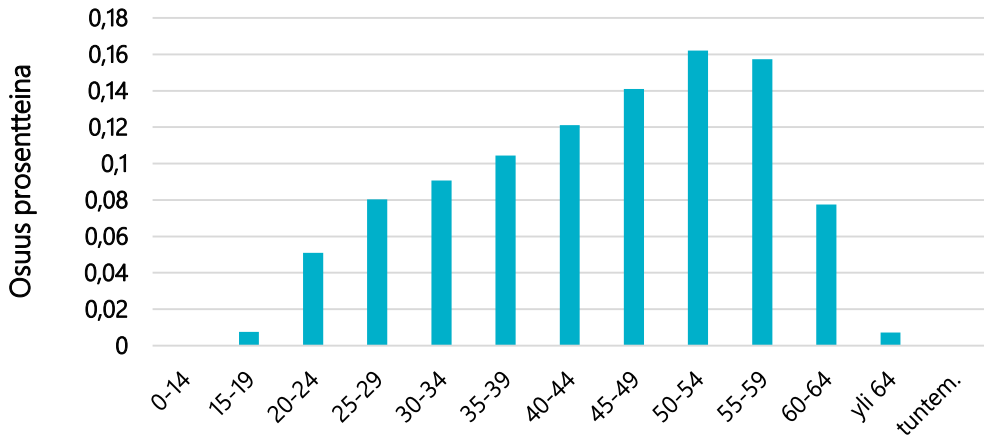


Kuva 8: Työmatkatapaturmien (kävely) lukumäärät koko maassa vuosina 2000–2014 (* vuoden 2014 tieto ei lopullinen) (TVK).

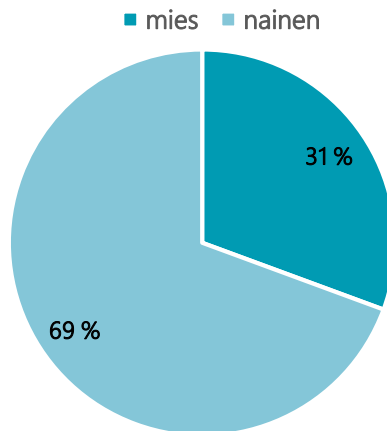
Työmatkoilla tapahtuu liukastumisia kaikenikäisille (kuva 9), mutta 50–60 vuotiailla on yleisintä, että kaatumisen seurauksena henkilö on loukannut itseään ja siihen on haettu korvausta. Sukupuolijakauma on esitetty kuvassa 10 ja siitä huomaa, että liukastumiset ovat selvästi yleisempiä naisten (69 %) kuin miesten (31 %) keskuudessa. Tätä selittää osin se,



että naiset kulkevat työmatkoja enemmän kävellen kuin miehet. Myös jalkinevalinta vaikuttaa asiaan.



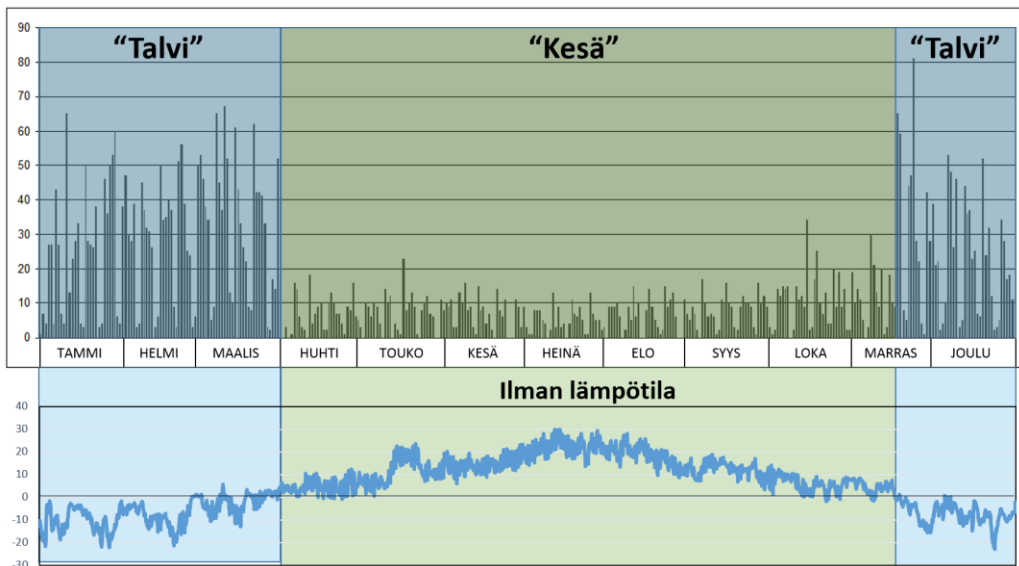
Kuva 9: Työmatkatapaturmien ikäjakauma (TVK).



Kuva 10: Työmatkatapaturmien (kävellen liikkuneet) sukupuolijakauma (TVK).



Kuvan 11 ylemmässä osassa on yhteenveto vuoden 2010 aikana kävelen sattuneista työmatkatapaturmista Uudenmaan alueella. Aineisto pitää sisällään päivittäiset liukastumiset tammikuun alusta joulukuun loppuun siten, että jokaiselle päivälle on oma pystypalkkinsa, joka kuvaa kunkin päivän liukastumisten kokonaismäärää. Alemmassa osassa on esitettyä Helsingin Kumpulassa mitattu keskilämpötila vuoden jokaiselle päivälle. Kuvasta erottuu selvästi, kun liukas kausi loppuu maaliskuun vaihteessa. Silloin liukastumisten lukumäärä pienenee selvästi samalla, kun päivän keskilämpötila kohoaa plussan puolelle. Vastaavasti marraskuussa näkyy samankaltainen tilanne, kun liukastumiset lisääntyvät ja samalla Kumpulassa mitattu ilman keskilämpötila menee pakkasen puolelle. Liukastumisten kokonaismäärissä on nähtävissä selvä sää- ja vuodenaikaisriippuvuus, sillä talvikausi (sininen pohja) erottuu hyvin selvästi kesäkauden (vihreä pohja) tilanteesta.



Kuva 11: Vuoden 2010 tTyömatkalla tapahtuneet liukastumistapaturmat Uudellamaalla vuoden 2010 aikana (ylempi kuva, lähdeTVK) ja Helsingin Kumpulassa havaittu ilman lämpötila (alempi kuva).

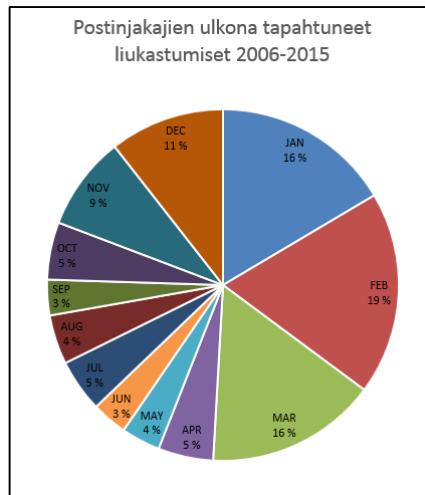
3.3 Postin TaTu-tietokanta

Posti tilastoi tapaturmatietokantaan (lyhyemmin TaTu-tietokanta) postinjakajille tapahtuneet kaikki tapaturmat. Tietokanta sisältää tiedon paikasta kaupungin osan tarkkuudella,



iän, päivämäärän, kellonajan, sairausloman pituuden, tarkemman kuvauksen tapaturmapaikasta sekä vamman tyypin. TaTu-aineisto antaa hyvin arvokasta tietoa liukastumisista, sillä etenkin sanomalehtien varhaisjakelu suoritetaan läpi vuoden joka päivä muutamaa juhlapyhää lukuun ottamatta. Lisäksi varhaisjakelu suoritetaan usein aamuyön tunteina, jolloin jalankulkuväyliä ei ole vielä hoidettu. Tapaturmien tarkka kellonaika antaa myös mahdollisuuden tarkastella tapaturman tapahtumahetken säätä tarkemmin.

TaTu-aineistosta poimittiin pääkaupunkiseudulla ulkona tapahtuneet liukastumiset (mukaan lukien kaatumiset ja kompastumiset) vuosina 2006–2015. Aineisto on esitettyä kuvassa 12. Talvikuukaudet erottuvat kesäkuukausista suurempina tapaturmamäärinä, ja pelkästään tammi-, helmi- ja maaliskuu kattaa koko vuoden ulkona tapahtumista tapaturmista puolet.

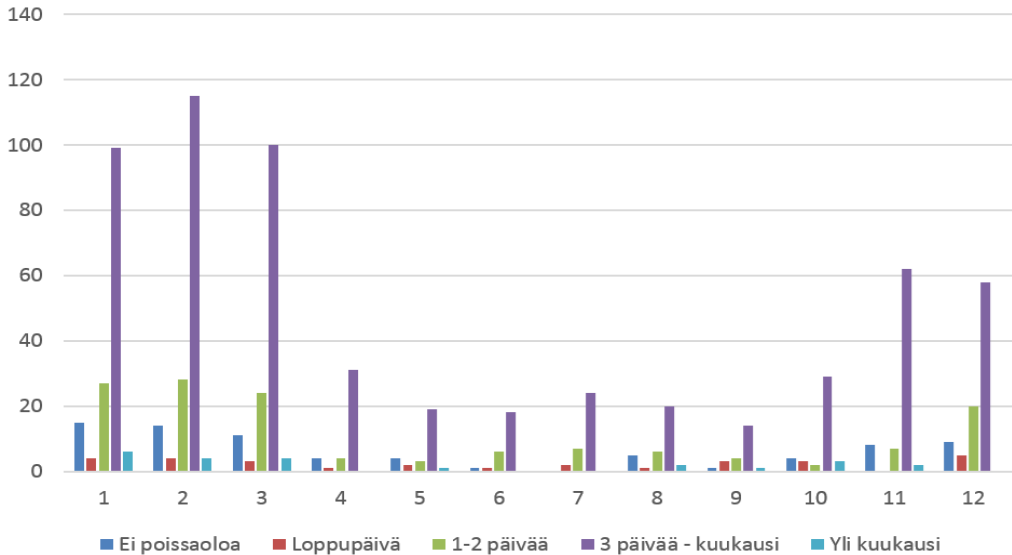


Kuva 12: Kuukausijakauma postinjakajille ulkona tapahtuneista liikkumistapaturmista tai liikkumiseen liittyvistä tapaturmista vuosina 2006–2015 (pääkaupunkiseutu).

Liukastumiset aiheuttavat eripituisia sairauslomia sen mukaan, kuinka vakavasta vammasta on kyse. TaTu-tietokannassa sairauspoissaolon pituus jaetaan viiteen eri luokkaan: ei poissaoloa, poissa loppupäivän, poissa 1–2 päivää, poissa 3 päivää–kuukausi, yli kuukausi. Postinjakajien sairauslomien pituuksista yleisin on luokka 3 päivää–kuukausi, kuten näkyy kuvasta 13. Kuvasta on selvästi nähtävistä, että sairauslomien kokonaismäärät ovat talvikuukausina (marraskuu - maaliskuu) kesäkuukausia selvästi suurempia.

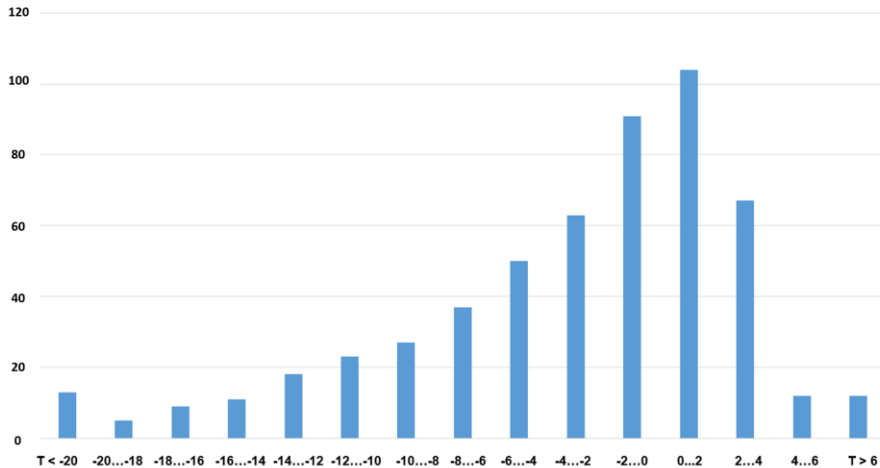


Vuosien 2008–2015 aikana pääkaupunkiseudun varhaisjakelussa sattui TaTu-aineiston perusteella ulkona yhteensä 542 tapaturmaa. Talvikauden (marraskuu–maaliskuu) tapaturmien tapaturmahetkien säätilanteet tutkittiin tarkemmin.



Kuva 13: Postinjakajille (pääkaupunkiseutu, varhaisjakelu, 2008–2015) ulkona sattuneiden työtapaturmien sairausloman pituus eri kuukausina.

Kuvaan 14 on poimittu jokaisen edellä esitetyn liukastumishetken ulkoilman lämpötila. Lämpötilana on käytetty Kumpulan lämpötilahavaintoa. Kuvasta näkee selvästi, että nollan läheisissä lämpötiloissa tapaturmia on tapahtunut muita lämpötiloja enemmän ja yleisin lämpötilaluokka on ollut 0...+2 astetta.



Kuva 14: Postinjakajille (pääkaupunkiseutu, varhaisjakelu, talvikuukaudet marraskuu–maaliskuu 2008–2015) ulkona sattuneiden kaatumisten tapahtumahetken lämpötila (Kumpulan lämpötila).

Suhteellinen kosteusprosentti oli tapaturmahetkillä seuraavan kaltainen:

- RH > 90: 52 %
- RH 80–90: 35 %
- RH < 80: 13 %

Liukastumishetkellä on satanut 21 prosentissa tapauksista ja sateetonta on ollut 79 prosentissa tapauksista

- Sateen voimakkuus 0,1–0,3 mm/h: 11%
- Sateen voimakkuus 0,3–1,0 mm/h: 6 %
- Sateen voimakkuus > 1,0 mm/h: 4 %

Sateen voimakkuus on ollut:

- Sateen voimakkuus 0,1–0,3 mm/h: 11%
- Sateen voimakkuus 0,3–1,0 mm/h: 6 %
- Sateen voimakkuus > 1,0 mm/h: 4 %



Liukastumishetkeä edeltävän kuuden tunnin aikana (mukaan lukien liukastumistunti) on satanut 33 prosentissa tapauksista ja ollut sateetonta 67 prosentissa tapauksista. Sademäärät olivat seuraavat:

- Sademäärä 0,1–0,3 mm/h: 8%
- Sademäärä 0,3–1,0 mm/h: 8 %
- Sademäärä > 1,0 mm/h: 17 %

3.4 Sairaankuljetusdata

Ilmatieteen laitoksen Turvallisuussääpäivystys on jo useamman vuoden saanut pelastuslaitoksilta tiedot sään aiheuttamista hälytyksistä esim. puun kaatumisista yms. reaaliajassa. Meteorologit ovat hyödyntäneet tätä tietoa, kun antavat varoituksia ja vaaratiedotteita. Samoin tietoa on käytetty tutkimuksissa, joissa on kehitetty varoituksia ja tutkittu vaarallisia säätilanteita ja niihin varautumista. Samanlainen reaaliaikainen tieto sairaankuljetusta vaativista liukastumista olisi meteorologin päivittäisessä työssä erittäin hyödyllistä.

Tässä hankkeessa hyödynnettiin Helsingin pelastuslaitokselta saatuja tietoja sairaankuljetuksista, joissa on kuljetettu liukastunutta tai kaatunutta potilasta. Sairaankuljetustieto ei valitettavasti pidä sisällään tietoa siitä, onko liukastuminen tai kaatuminen tapahtunut sisällä vai ulkona.

Sisällä tapahtuvia liukastumisia ja kaatumisia tapahtuu tasaisesti ympäri vuoden eri päivinä suunnilleen samaan malliin. Jos poistetaan sairaankuljetuksista tämä vakio-osuus, alkavat piikkipäivät erottua. Lisäksi joudutaan eri viikonpäiviä tasaamaan, sillä viikonloput ja juhlapyhät ovat keskimäärin vilkkaampia kuin arkipäivät. Siivotun aineiston monet piikkipäivät osuvat samoihin päiviin, jolloin työmatkatapaturmia on tapahtunut paljon.

3.5 Kansalaishavainnot

Projektin aikana Ilmatieteen laitoksen apulaismeteorologit, muutamat postinjakajat ja Pyhäjoen lukiolaiset (Harjanne et al., 2016) tekivät kansalaishavaintoja jalkakäytävien liukkaudesta. Havaintoihin on kerätty tieto havaintopaikasta, havaintoajasta, liukkaussindeksi ja sanallinen kuvaus liukkaudesta tai säästä tai molemmista.

Kansalaishavainnot antavat arvokasta tietoa, sillä havainto on useimmiten yleiskatsaus pisteistä laajemman alueen liukkaustilanteeseen. Projektin aikana kansalaishavainnoissa kerättiin tieto liukkaudesta 5-portaisella asteikolla, joka on sama kuin Ilmatieteen kelimallin liukkaustuokittelu, eli normaali (1), liukas (2), tamppaantunut (3), vettä jään päällä (4) ja lunta jään päällä (5). Tämän indeksi-arvioinnin lisäksi havainnontekijä kirjasi usein myös sa-



nallisen kuvauksen vallitsevasta säästä tai kelistä. Kuvassa 15 on esimerkki Ilmatieteen laitoksen Sää- ja turvallisuuskeskuksen apulaismeteorologien tekemistä liukkaushavainnoista.

päivä	klo	Liukkausluokka	Sanallinen kuvaus liukkaudesta
27.1	10	4	Vettä satanut jääkerroksen/tamppaantuneen lumen päälle, monin paikoin erittäin liukasta
27.1	14	4	Vettä satanut jääkerroksen/tamppaantuneen lumen päälle, monin paikoin erittäin liukasta
28.1	9	4	Vettä jääkerroksen/tamppaantuneen lumen päällä, paikoin erittäin liukasta. Sörnäisissä kadut suurelta osin sulat.
28.1.	14	4	Vettä jään päällä, paikoin erittäin liukasta.
29.1.	10	2	Jaikakäytävät hiekoitetut, paikoin liukasta jäätä, poutaa ja lämpötila -0.2
29.1.	14	2	Jaikakäytävät paikoin jäiset, paikoin sulat. Poutaa. Lämpötila + 2,3.

Kuva 15: Esimerkki apulaismeteorologien tekemistä liukkaushavainnoista.

Apulaismeteorologien tekemiä havaintoja on verrattu muihin tietolähteisiin. Eri tietolähteiden avulla on kehitetty liukkausmallia.

Apulaismeteorologeilla on kokemusta säähavainnoinnista ja heille järjestettiin lyhyt opastus havaintojen tekoon. Postin jakajille jaettiin kirjalliset ohjeet havainnoinnista. Heidän tekemänsä havainnot olivat käyttökelpoisia ja vastaavan tyyppiset havainnot auttaisivat meteorologia varoituksen teossa, jos ne tulisivat reaaliajassa. Mallin kehitystyössä voidaan hyvin hyödyntää myös myöhemmin saatavia havaintoja.



4 TYÖTERVEYSLAITOKSEN TEKEMÄT MITTAUKSET JA LIUKKAUDEN HAVAINNOINTI

Työterveyslaitos (TTL) mittasi siirreltävällä liukkausmittarillaan (LM II) (kuvat 16 ja 17) vuosina 2014–2016 yhteensä 2628 mittausta. Ensimmäiset mittaukset tehtiin vuoden 2014 alussa. Talvi jäi tällöin hyvin lyhyeksi ja lumen puutteen vuoksi mittaukset päästiin laajemmin käynnistämään vasta seuraavina talvina. Tosin noina vuosinakin kunnon talvikelit alkoivat vasta vuodenvaihteen jälkeen.

Työterveyslaitoksen käyttämä siirreltävä liukkausmittari on kehitetty aikoinaan Työsuojelurahaton rahoittamassa hankkeessa (hanke nro 100309). Laitteisto pyrkii simuloimaan jalkineen kantauskuvaihetta ja siinä on pystyvoima (eli ns. normaalivoima) valittavissa kolmen eri asetusarvon mukaisesti (170, 250, tai 500 N). Laitteiston käyttämä vaakasuuntainen liukunopeus on 0,2 m/s. Mittauksissa käytettiin jalkineen koron ja alustan välisenä kosketuskulmana 5 asteen kulmaa.

Jalkineina mittauksissa käytettiin kahta Työterveyslaitoksen omaa referenssijalkinetta (Liukas A, Pitävä B) ja lisäksi hankkeeseen osallistunut kotimainen jalkinevalmistaja toimitti lisäksi kaksi omaa jalkinettaan (mallit C ja D) joita voidaan käyttää postinjaossa.

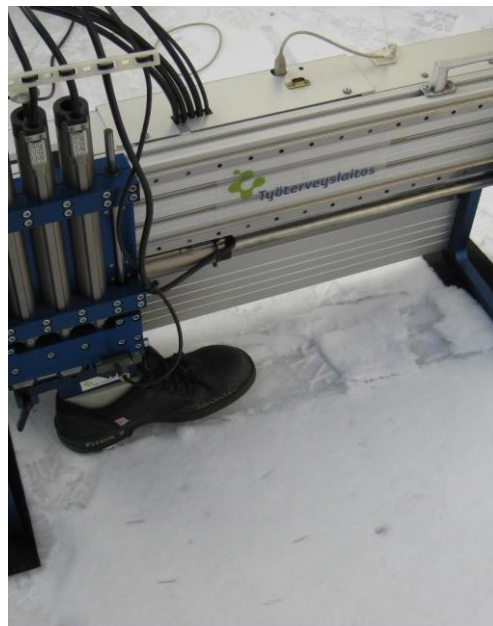
Mittauspaikaksi valittiin harkinnan jälkeen TTL:n oma sisäpiha, jotta voitiin varmistua siitä että kunnossapitotoimet auraus ja hiekotus eivät muuttaisi äkillisesti pinnan olosuhteita vaan voitaisiin tutkia keliolosuhteiden muutoksen vaikutusta pitoon. Lisäksi näin voitiin tutkia samalla myös tamppautumisliukkauden vaikutusta pitoon.

Työterveyslaitoksen pihalle oli mittauspisteeseen asennettu Vaisalan optinen liukkausmittari (DSC111), joka arvioi pinnan liukkaita. Laitteen mittaamia tuloksia pyrittiin vertaamaan TTL:n mittarin tuottamiin tuloksiin.

Mittausten aikana TTL:n kaksi mittaajaa havainnoi kelin liukkaita subjektiivisen viisiporaisen asteikon erittäin pitävästä erittäin liukkaaseen.



Kuva 16: Kuva mittaustilanteesta.



Kuva 17: Mittaus vastasataneella lumella.

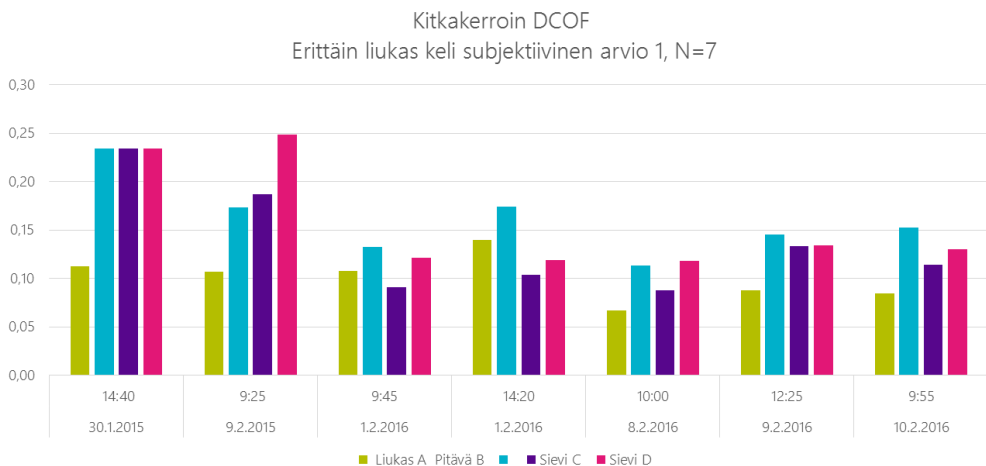


4.1 TTL:n mittaustulokset

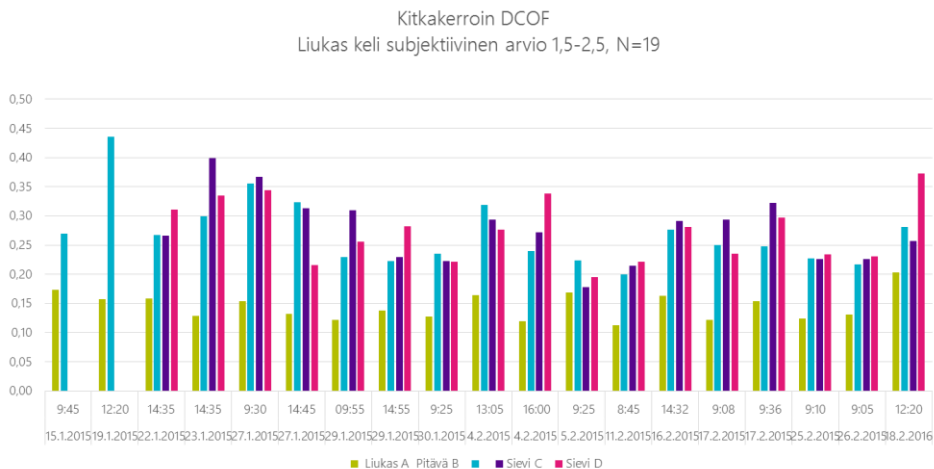
Talvikausilta 2015 ja 2016 saadut mittaustulokset ryhmiteltiin subjektiivisten arvioiden perusteella viiteen eri ryhmään.

- Erittäin liukas yhteensä 7 kpl
- Liukas yhteensä 19 kpl
- Epävarma yhteensä 21 kpl
- Pitävä yhteensä 22 Kpl
- Erittäin pitävä yhteensä pitävä 4 kpl

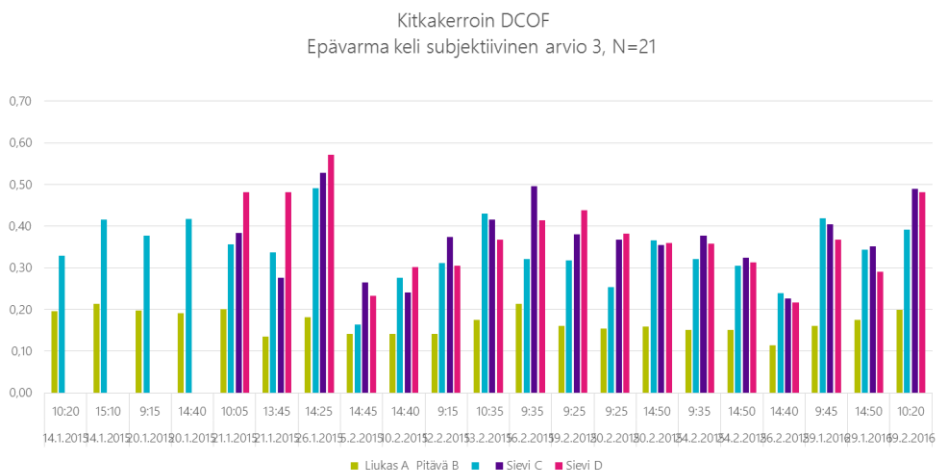
Seuraavissa kuvissa (kuvat 18-22) on esitettyä eri liukkausluokkien mittaustulokset.



Kuva 18: Erittäin liukas keli, 7 mittausta.



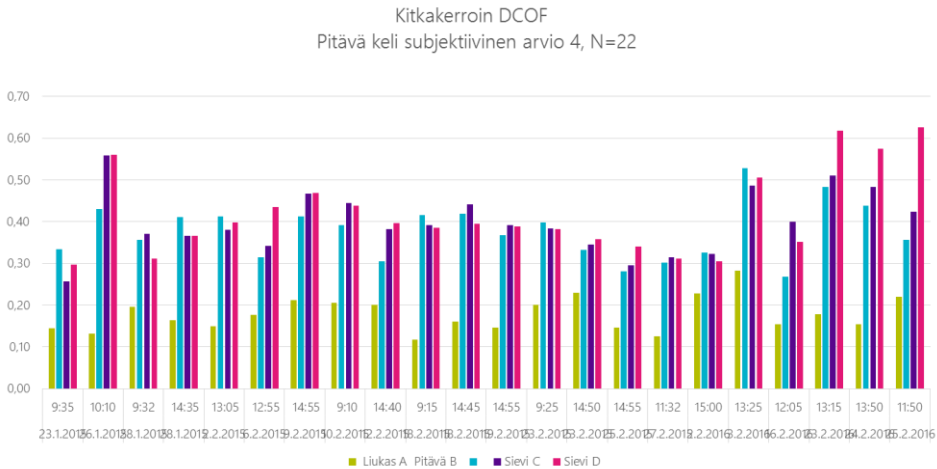
Kuva 19: Liukas keli, 19 mittausta.



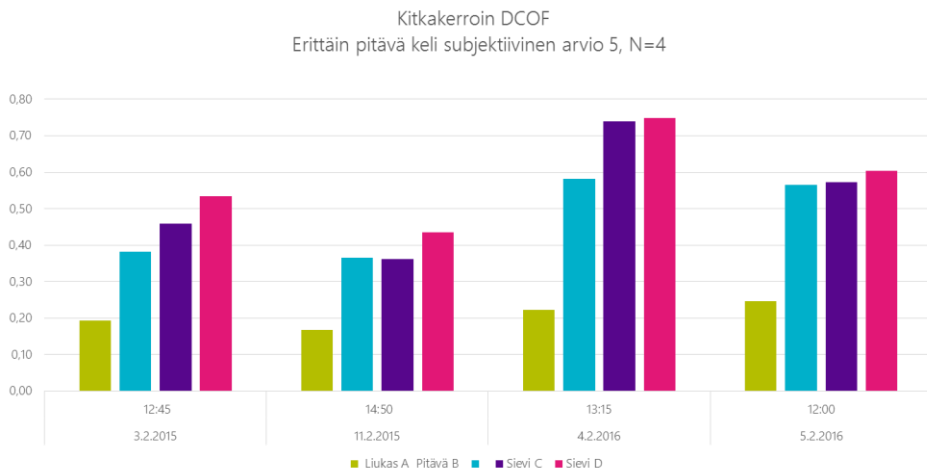
Kuva 20: Epävarma keli, 21 mittausta.

Jalkineiden keskimääräinen pito eli kitkakerroin (DCOF) vaihtelevilla talvikelillä oli (N=73):

- Liukas A DCOF 0,16
- Pitävä B DCOF 0,32
- Sievi C DCOF 0,34
- Sievi D DCOF 0,35



Kuva 21: Pitävä keli, 22 mittausta.



Kuva 22: Erittäin pitävä keli, 4 mittausta.

Erittäin liukkaalla talvikelillä eri jalkineiden pidon vaihtelu oli vähäisempi välillä (DCOF 0,10–0,16), kun taas liukkaalla kelillä jalkineiden välinen ero on selvästi suurempi (DCOF 0,14–0,28).

Mittaustulokset osoittivat että Vaisalan DSC111 mittari ei kunnolla pysty havaitsemaan paksun ja epätasaisen pinnan pitoa. Laitteisto on ilmeisesti suunniteltu ohuempia väliainekerroksia varten.



4.2 Yhteenvedo ja johtopäätökset TTL:n mittauksista

Jalkineiden pito osoittautui huonoimmaksi vetisellä jääpolanteella ja vastaavasti paras pito saavutettiin lumisissa olosuhteissa. Kelin muutosten aiheuttama pidon muutos voi olla varsin nopea ilmiö, joka aiheuttaa suuria haasteita niin kunnossapidolle kuin varoittamiselle ennakkoon.

Oikean jalkinevalinnan tärkeys korostuu liukkaalla kelillä lumisissa olosuhteissa. Erittäin liukkaalla kelillä riittävää pitoa on vaikea saavuttaa tavanomaisella pohjarakenteella varustetulla jalkineella. Sen vuoksi tällaisissa olosuhteissa olisi hyvä käyttää liukuesteitä tai nastakenkiä.

Mittaajien suorittama subjektiivinen arvio korreloi hyvin mittarin antamien tuloksien kanssa, joten tämän kaltaista arviointia voidaan pitää varsin luotettavana. Jatkossa voitaisiin ehkä kehittää esimerkiksi älypuhelin sovellus jonka avulla kelihavaintoja voitaisiin kerätä ja hyödyntää reaaliaikaisesti varoitusten antamiseksi.



5 TULOKSET

Jalkakäytävien liukkauden havainnointiin ei tällä hetkellä näyttäisi olevan tarjolla sopivaa laitetta, jolla pystyisi mittaamaan jatkuvatoimisesti jalankulkuväylien liukkautta.

Vaisalan optinen DSC111-laitte on kehitetty havainnoimaan pääteiden liukkautta. Laite toimii hyvin tilanteissa, joissa tienpinnalla on hyvin pieni määrä lunta, vettä tai jäätä. Laite on toimiva jäätymistilanteissa, mutta laitteen toimivuus heikkenee, kun vettä, jäätä tai lunta on pinnalla useita millimetrejä tai jopa senttimetrejä. Tällöin laite ei näe aina koko lumi-, jää- ja vesikerroksen paksuutta. Toisaalta laite antaa kuitenkin yleensä hyvin alhaisia arvoja kitkalle, kun tienpinnalla on lunta tai jäätä useita millimetrejä, sillä kitkan määrittäminen perustuu pitkälti lumi-, jää- ja vesivaraston suuruuteen. Ongelmana on myös, ettei pistemäinen mittaus anna läheskään aina parasta tietoa. Liukkaus saattaa vaihdella merkittävästi pienelläkin alueella esimerkiksi alueen liikenteen määrän, alueen kunnossapidon ja ympäristön ominaisuuksien mukaisesti. DSC111 ei myöskään havainnoi pinnan tekstuuria. Joissakin tilanteissa lumisella tai jopa jäisellä pinnalla saattaa olla suhteellisen hyvä pito, mikäli jään pinta on rosainen tai hyvin hiekoitettu. Paljas ja sileä jää on poikkeuksetta hyvin liukas. Laite, joka mittaisi pintaa liikkuen pienen matkan edestakaisin, mittaisi tiedon vähän laajemmasta alueesta ja sillä voisi olla mahdollista selvittää myös pinnan rosoisuutta.

Tapaturmavakuutuskeskuksen (TVK) tilastot saadaan vuoden viiveellä, sillä vakuutusasiointi on joissakin tapauksessa pitkä prosessi. Vakuutustilastot antavat hyvin kattavaa tietoa eri päivien kaatumisista ja liukastumisista, etenkin piikkipäivistä. TVK:n aineistolla on hyvä tehdä mallitestailuja.

Sairaankuljetusdata on saatavilla lähes reaaliajassa. Aineistossa on suurena ongelmana se, että datasta ei selviä onko kaaduttu sisä- vai ulkotiloissa. Juhlapyhät näkyvät aineistossa usein liukastumismäärien piikkeinä. Kaikkein liukkaimmat päivät erottuvat tilastoista. Aineistoa olisi mahdollista hyödyntää sääpäivystyksessä, kun annetaan varoituksia erittäin liukkaista jalankulkukeleistä.

Postin TaTu-aineisto on hyvin kattavaa, ja sitä on koko maasta. Varhaisjakelun aineisto on ajallisesti hyvin kattava, sillä varhaisjakelua tehdään lähes vuoden jokaisena päivänä ja useimmiten aamuyön tunteina, jolloin väyliä ei ole useinkaan vielä ehditty hoitaa. Lisäksi aineiston tunnin tarkkuudella tehty havainto antaa lisäarvoa, jolloin säätä voidaan tarkastella tunneittain päiväarvojen sijaan.

Kansalaishavainnointi on hyvin potentiaalinen vaihtoehto liukkauden havainnoinnille tulevaisuudessa. Sillä olisi mahdollista saada havaintoja kattavasti eri puolilta maata. Havainto voi olla yksinkertainen indeksi ja sen lisäksi optiona olisi vielä sanallinen kenttä. Projektin



aikana liukkaushavainto tehtiin 5-portaisella liukkausasteikolla, mutta tätä liukkausluokittelua olisi mahdollista yksinkertaistaa siten, että havainto annettaisiin vain tilanteista, joissa liukkaus häiritsee normaalia kävelyä. Normaalista tai vähemmän liukkaasta kelistä ei tarvitsisi ilmoittaa, ainoastaan erittäin liukkaat kelit olisivat ilmoituksen arvoisia. Kansalaishavainnoin etuna on myös se, että havainto ei välttämättä ole pistemäinen, vaan havainnoitsijan subjektiivinen arvio laajemman alueen liukkaudesta. Kuvassa 23 on esitetty potentiaalisia sähän liittyviä kansalaishavainnoinnin kohteita.

Tulevaisuudessa myös kännyköiden (ja mahdollisesti muiden teknisten laitteiden) kiihtyvyysanturit voivat kerätä tietoa liukkaudesta tai liukastumisista ja lähettää liukkaustiedon eteenpäin palvelimille, josta liukkaustieto olisi saatavilla jatkojalostusta varten.



Kuva 23: Esimerkkejä sähän liittyvistä suureista, joita voitaisiin havainnoida kansalaisten voimin.



6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Liukastumisten määrää ja niiden aiheuttamia kustannuksia olisi mahdollista vähentää. Tiedottamisella, mukaan lukien varoittamisella, on merkitystä siihen, että liukastumisonnettomuudet ja niiden ehkäisy otettaisiin entistä vakavammin huomioon niin työelämässä kuin vapaa-aikanakin. Pysy pystyssä -kampanja (www.kotitapaturma.fi/pysy-pystyssa/) edistää talvijalankulun turvallisuutta ja levittää tietoa liukastumistapaturmien ehkäisystä. Ilmatieteen laitos ja Työterveyslaitos ovat olleet kampanjassa mukana jo usean vuoden ajan. Tällaiseen kampanjointiin olisi hyvä löytyä jatkossa nykyistä enemmän resursseja. Tieliikenteessä turvallisuusasiat ovat aina olleet tärkeä osa liikkumista. Jalankulun puolella liikkumisen turvallisuuteen olisi syytä kiinnittää entistä enemmän huomiota.

Vaikka liukastumisia tapahtuu läpi vuoden, niin talvikausi ja etenkin kaikkein liukkaimmat päivät näkyvät selvästi liukastumistilastoissa. Säällä ja kelillä on merkittävä vaikutus etenkin päivinä, jolloin liukastumisia tapahtuu selvästi tavanomaista enemmän. Jalkakäytävien ja kevyen liikenteen väylien kunnossapitoon olisi hyvä saada yhtenäiset ja toimivat säännöt. Hyvä kunnossapidon suunnittelu ja toteutus lisää liikkumisen turvallisuutta ja sujuvuutta liikenteen kaikilla osa-alueilla.

Jään päällä oleva vesikerros on haasteellinen keli jalkineiteollisuudelle ja pohjaltaan pitävinkin kenkä on liukas kaikkein liukkaimmilla keleillä. Tällaisissa tilanteissa nastakengät ja liukuesteet ovat turvallisimmat. Jalkinevalinnalla ja liukkaan kelin ennakkoinnilla vaikuttaa omaan turvallisuuteensa.

Työturvallisuusriskien hallinnassa pitäisi kiinnittää erityisesti huomiota liikkumisen ja tavaroiden siirtämisen turvallisuuden varmistamiseen. Työtapaturmia voitaisiin vähentää tuntuvasti panostamalla erityisesti kulkuväylien kuntoon, siisteyteen ja järjestykseen sekä valaistukseen ja oikea-aikaiseen liukkauden torjuntaan. Havaittuihin ongelmiin tulee myös puuttua heti ja tilanne tulee korjata ennen kuin vaaratilanne tai vahinko ehtii toteutua.



KIITOKSET

Työsuojelurahasto osallistui projektin rahoittamiseen, projektinumero 113066.

Liukastumistilastoja saatiin projektiin seuraavista lähteistä:

- Tapaturmavakuutuskeskus (TVK) / Työmatkatapaturmatilastot, Janne Sysi-Aho
- Helsingin pelastuslaitos / Sairaankuljetusdata, Kari Porthan
- Posti / TaTu-aineisto

Liukkaushavaintoja projektin aikana tekivät:

- Ilmatieteen laitoksen apulaismeteorologit
- Postinjakajat
- Pyhäjoen lukiolaiset (5T tiedekasvatushanke)

Sievin Jalkine Oy osallistui projektin työryhmän kokouksiin ja toimitti Työterveyslaitokselle turvajalkineita liukkausmittauksia varten.

Vaisala Oyj:ltä ostettiin DSC111-liukkausmittarit omakustannehintaan.



KIRJALLISUUSVIITTEET

Aschan C, Hirvonen M, Mannelin T, Rajamäki E, 2005: Development and validation of a novel portable slip simulator. *Applied Ergonomics*. 2005, 36: p. 585-593.

Aschan C, Hirvonen M, Rajamäki E, Mannelin T, Ruotsalainen J, Ruuhela R, 2009: Performance of slippery and slip-resistant footwear in different wintry weather conditions measured in situ. *Safety Science*, 47(8), 1195–1200.

Gard G, Lundborg G, 2000. Pedestrians on slippery surfaces during winter – methods to describe the problems and practical tests of anti-skid devices. *Accident Analysis & Prevention* 32, pp. 455–460.

Harjanne A, Ervasti T, Karhu J, Tuomenvirta H, 2016: High schoolers as researchers – Results from a Finnish science education project. 16th EMS Annual Meeting & 11th European Conference on Applied Climatology (ECAC), 12–16 September 2016, Trieste, Italy. <http://meetingorganizer.copernicus.org/EMS2016/EMS2016-58.pdf>

Hautala R, Leviäkangas P (toim.), 2007: Ilmatieteen laitoksen palveluiden vaikuttavuus - Hyötyjen arviointi ja arvottaminen eri hyödyntäjätoimialoilla. VTT Publications 655.

Helsingin kaupunki, talvikunnossapito: Helsingin kaupungin verkkosivut: <http://www.hel.fi/www/Helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/kadut-ja-liikennesuunnittelu/katu-jen-kunnossapito/talvikunnossapito/>. Viittaus 9.12.2016.

Kangas M, Heikinheimo M, Hippi M, 2015: RoadSurf a modelling system for predicting road weather and road surface conditions. *Meteorological Applications*, Volume 22, Issue 3, July 2015, sivut 544–533.

Kunnossapitolaki, 1978: Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta. 31.8.1978/669 (www.finlex.fi). Viittaus 9.12.2016.

Lépy É, Rantala S, Huusko A, Nieminen P, Hippi M, Rautio A, 2016: Role of Winter Weather Conditions and Slipperiness on Tourists' Accidents in Finland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2016, 13(8), 822.

Rantala S-S, Pöysti L: Liikenneturvan selvityksiä 1, 2015. ISBN: 978-951-560-215-2 (pdf) ISSN 2341-8052. https://www.liikenneturva.fi/sites/default/files/materiaalit/Tutkittua/liukastumiset_1_2015.pdf. Viittaus 9.12.2016.

Ruuhela R, Ruotsalainen J, Kangas M, Aschan C, Rajamäki E, Hirvonen M, Mannelin T, 2005: Kelimallin kehittäminen talvijalankulun turvallisuuden parantamiseksi. Helsinki 2005. Ilmatieteen laitos, Jaloin-hankkeen raportteja 2005:1.



Shintani Y, Hara F, Hiramori Y, Asano M., 2002. Pedestrian behaviors on crosswalks at intersections in winter. 11th International Winter Road Congress, Sapporo, Japan.

Shintani Y, Hara F, Fukumoto A, Akiyama T, 2003. Empirical study on walking behavior in icy conditions and the Effect of Measures to Improve the Winter Pedestrian Environment. Proceeding of TRB 82nd Annual Meeting.

Sylvestre G, 2016: An icy response to the collective need for winter walkability: Mobilities research and the Surefoot Winter Walking Conditions Bulletin. Geographical Essays 2016, 18: 24–31. <http://pcag.uwinnipeg.ca/Prairie-Perspectives/PP-Vol18/Sylvestre.pdf>. Viittaus 9.12.2016.

TVK, 2015: Työtapaturmat - Tilastojulkaisu 2015, Tilastovuodet 2005 – 2014. Tapaturmavakuutuslaitosten liitto (TVL), nykyiseltä nimeltään Tapaturmavakuutuskeskus (TVK). https://www.epressi.com/media/userfiles/13843/1447402022/tilastojulkaisu2015_final.pdf. Viittaus 9.12.2016.

Vaisala, 2005: Vaisala Remote Road Surface State Sensor DSC111. Technical report. Vaisala Ltd. <http://www.vaisala.com/en/products/surfacesensors/Pages/DSC111.aspx>. Viittaus 9.12.2016.



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

ILMATIETEEN LATIOS

Erik Palménin aukio 1
00560 Helsinki
puh. 029 539 1000

WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI

ILMATIETEEN LATIOS

RAPORTTEJA 2017:2

ISBN 978-952-336-014-3

ISBN 978-952-336-015-0 (pdf)

ISSN 0782-6079

Erweko

Helsinki 2017

